

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-21330

(P2001-21330A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 B 11/24

G 0 1 B 11/24

K 2 F 0 6 5

G 0 2 B 21/00

G 0 2 B 21/00

2 H 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-198049

(22) 出願日 平成11年7月12日 (1999.7.12)

(71) 出願人 000166373

戸塚 忠男

静岡県浜松市城北二丁目35-9

(72) 発明者 岡▲崎▼ 忠雄

静岡県引佐郡細江町テクノランド7000-21

オーム電機株式会社内

(74) 代理人 100096703

弁理士 横井 俊之

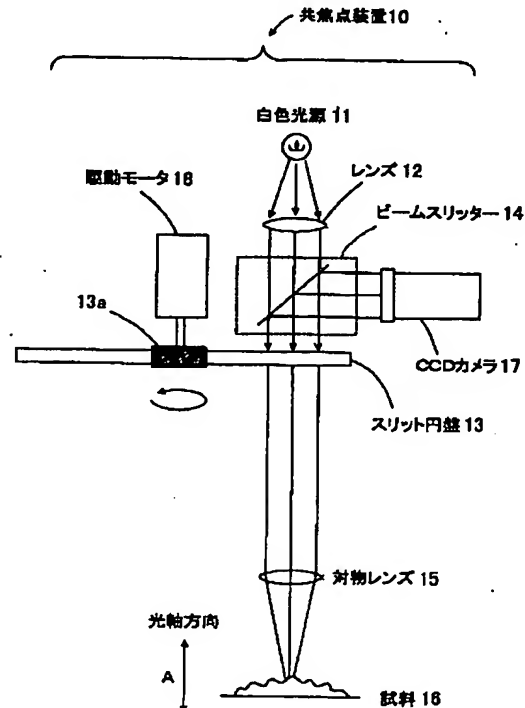
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 共焦点装置のスリット円盤、共焦点装置および共焦点装置の画像測定方法

(57) 【要約】

【課題】 スリット円盤およびピンホール円盤を複数回周回させなければならない、共焦点画像の高速取り込みができないという課題があった。

【解決手段】 共焦点装置10のスリット円盤13に形成するスリットをスリット円盤13の中心から放射線状に形成するのではなく、半径位置1~5が大きくなるのに対応して略比例して増加するように形成する。これによりスリット円盤13の半径位置1~5で均等な露光量Rを取得することが可能になる。従って、駆動モータ18によりスリット円盤13を周回させる必要がなくなり、僅かにスリット円盤13を周回方向に移動させることによって、半径位置1~5にて略均等な露光量Rを取得でき、試料16の共焦点画像を高速に取り込むことが可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置のスリット円盤であって、

上記スリットは、円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 2】 上記請求項 1 に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて略平行に形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 3】 上記請求項 2 に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて所定の略一定間隔にて形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 4】 上記請求項 2 に記載の共焦点装置のスリット円盤において、

上記スリットは、円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の一边に略平行に形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 5】 上記請求項 2 に記載の共焦点装置のスリット円盤において、

上記スリットは、円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の中心線に略平行に形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 6】 上記請求項 4 または請求項 5 のいずれかに記載の共焦点装置のスリット円盤において、

上記スリットは、所定の略一定間隔にて形成されることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 7】 上記請求項 2 ～請求項 5 のいずれかに記載の共焦点装置のスリット円盤において、

上記スリットは、その内角度を略同一にすることを特徴とする共焦点装置のスリット円盤。

【請求項 8】 所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置であって、

画像を形成する対象物に投光する光線を供給する光源照射部と、

スリットを半径位置に対応して略比例して増加するように形成された回転駆動されるスリット円盤と、

回転駆動する上記スリット円盤を介して上記光源照射部が投光した光線の対象物からの反射光を入力して共焦点画像を測定する二次元画像素子とを具備することを特徴とする共焦点装置。

【請求項 9】 所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置の画像形

成方法であって、

画像を形成する対象物に投光する光線を供給する光源照射工程と、

スリットを半径位置に対応して略比例して増加するように形成されたスリット円盤を所定の角度にて回転させ、半径位置にて略均等の反射光を入光させるスリット円盤回転工程と、

入力した反射光に基づいて共焦点画像を測定する画像測定工程とを具備することを特徴とする共焦点装置の画像測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、共焦点装置のスリット円盤、共焦点装置および共焦点装置の画像測定方法に関し、特に、共焦点系のスリット円盤による露光量をスリット円盤の半径位置によらず略均等にする共焦点装置のスリット円盤、共焦点装置および共焦点装置の画像測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】共焦点装置においては、所定の試料について共焦点画像を形成し、試料の形状を測定する場合、所定のスリットを形成したスリット円盤を回転させ対物レンズを介して投射される投射光は、測定対象物に照射し、この対象物からの反射光を再び対物レンズを介して CCD カメラに入射し、対象物の共焦点画像を形成することにより測定を行っている。かかる場合、従来の共焦点装置のスリット円盤は、略均等幅のスリットをスリット円盤の中心より放射線状に開口するように形成し、投射光および反射光を通過させて、対象物の共焦点画像を形成し測定を行っている。また、他の手法として、ニッポウディスクとしてピンホールを配列したピンホール円盤を回転させて上述した手法により対象物の共焦点画像を形成し測定を行っている。

【0003】このとき、測定する共焦点画像を形成するに際しては、スリット円盤のスリットおよびピンホール円盤のピンホールを介して入光する反射光の露光量に基づいて共焦点画像を形成する。ここで、露光量はスリットおよびピンホールの単位長さまたは単位面積当たりの露光の通過時間と、スリット円盤およびピンホール円盤を周回させることによるスリットおよびピンホールから繰り返し露光した回数の積に比例する。このため、スリット円盤およびピンホール円盤について、円盤中心からの半径位置に対応して均一な露光量を取得するために、各円盤を複数回周回させている。一方、スリット円盤においては、複数回の周回を行わなくてもよいように、放射線状のスリットを外周方向に向かって広げて開口し、半径位置に対応して露光する光量を増加させるようにする手法を採用しているものもある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の共焦点

装置においては、略均等幅のスリットを形成したスリット円盤およびピンホールを開口したピンホール円盤について、各円盤の中心からの各半径位置において一定の露光量が取得するためにスリット円盤およびピンホール円盤を複数回周回させなければならず、共焦点画像の高速取り込みができないという課題があった。また、スリット円盤において、放射線状のスリットを外周方向に向かって広げて開口し半径位置に対応して露光量を増加させるようにする手法を採用しても、露光量は半径位置に対応して略均等にすることができる。しかし、広げて開口しているスリットにて入光した反射光の露光に基づいて形成する共焦点画像の解像度が落ちてしまうといった課題があった。

【0005】本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、スリット円盤を周回させることなく、同スリット円盤の中心からの各半径位置において一定の露光量が取得可能であるとともに、高速な共焦点画像の取り込みが可能な共焦点装置のスリット円盤、共焦点装置および共焦点装置の画像測定方法の提供を目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明は、所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置のスリット円盤であって、上記スリットは、円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成される構成としてある。上記のように構成した請求項1にかかる発明においては、スリット円盤に形成されるスリットを同スリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成する。すなわち、スリット円盤の露光量は、スリットの単位長さ当たりの開スリット通過時間と、その開スリットの繰り返し回数の積に比例する。ここで、スリットをスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加させることにより、スリットの本数は半径に略比例することになる。

【0007】従って、半径に反比例する単位長さ当たりの通過時間との積は一定値となり半径位置によらず略均等な露光量が得られるようになる。ここで、測定の対象となる共焦点画像は、各スリットから入光する対象物からの反射光に基づいて形成される。この共焦点画像の解像度は各スリットのスリット幅にて決定されることはいうまでもない。すなわち、共焦点画像の解像度を入光したスリットごとに異なるものとしなないように、各スリットは略均等幅に形成されることになる。従って、ここでのいう、スリットをスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成する態様は、略均等幅を有するスリット数を半径位置に対応して略比例させて増加させるものである。。

【0008】スリット円盤に形成されるスリットを同ス

リット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成する方法は、多種の手法を採用することができる。例えば、スリット円盤の中心から所定の区間を外周方向に区分して、内周側の区分から外周側の区分に向かい、各区分に形成するスリット数をスリット円盤の中心からの該当区分の位置に略比例するように、同区分内において放射線状のスリットを形成するようにしてもよい。

【0009】ここで、スリット円盤に形成されるスリットを同スリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成する簡易な手法として、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて略平行に形成される構成としてある。上記のように構成した請求項2にかかる発明においては、スリット円盤に形成するスリットを同スリット円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて略平行に形成する。ここで、スリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例してスリットを増加させるためには、スリットの開口部の一端を扇形の円弧部分にかかるように形成すると好適である。

【0010】上述したように扇形内で略平行してスリットを形成すると スリット円盤においてその中心からの半径位置に対応してスリット数を増加させることができる。かかる場合、略平行して形成するスリットの間隔を所定の一定間隔にすると、よりその増加具合を半径位置に略比例させることができる。そこで、請求項3にかかる発明は、請求項2に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて所定の略一定間隔にて形成される構成としてある。上記のように構成した請求項3にかかる発明においては、スリット円盤に形成するスリットを同スリット円盤の中心を頂点とする所定の扇形の区間内にて、略平行に形成するとともに、略平行に形成したスリットの間隔を所定の略一定間隔にて形成する。

【0011】このようなスリット円盤においてその中心からの半径位置に対応して略比例してスリット数を増加するように形成する手法の他の例として、請求項4にかかる発明は、請求項2に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の一辺に略平行に形成される構成としてある。上記のように構成した請求項4にかかる発明においては、スリット円盤に形成されるスリットを同スリット円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の一辺に略平行に形成する。

【0012】また、他の例として、請求項5にかかる発明は、請求項2に記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の中心線に略平行に形成される構成としてある。上記のように構成した請求項5にかかる発明

においては、スリット円盤に形成するスリットを同スリット円盤の中心を通る所定の扇形の区間内にて同扇形の中心線に略平行に形成する。

【0013】かかる場合、スリット円盤の中心を頂点とする扇形内において、略平行にして形成されたスリットについて各スリットの間隔を所定の一定間隔にすると、よりスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例してスリット数を増加させることができる。そこで、請求項6にかかる発明は、請求項4または請求項5のいずれかに記載の共焦点装置のスリット円盤において、上記スリットは、所定の略一定間隔にて形成される構成としてある。上記のように構成した請求項6にかかる発明においては、扇形内に形成するスリットを略平行かつ、所定の略一定間隔にて形成する。

【0014】上述したようにスリット円盤に所定の扇形を区分し、各扇形内にてスリットを形成すると、半径位置に対応して略比例して増加するスリットを形成することができる。ここで、各扇形の形状を均一すると、スリットの形成等が簡易になる。そこで、請求項7にかかる発明は、請求項2～請求項5のいずれかに記載の共焦点装置のスリット装置において、上記上記扇形は、その内角度を略同一の構成としてある。上記のように構成した請求項7にかかる発明においては、スリット円盤の中心を頂点とする扇形をその内角度を略同一にして区分する。

【0015】このように、スリットをスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成した共焦点装置に利用するスリット円盤は、スリット円盤単体で利用されるものではなく、この共焦点装置に組み込まれて利用されることはいうまでもない。従って、上述したスリット円盤が組み込まれ、スリット円盤を回転させつつ、投射および入射を行い共焦点画像の測定を行う共焦点装置にとして機能することは容易に理解できる。

【0016】このため、請求項8にかかる発明は、所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置であって、画像を形成する対象物に投光する光線を供給する光源照射部と、スリットを半径位置に対応して略比例して増加するように形成された回転駆動されるスリット円盤と、回転駆動する上記スリット円盤を介して上記光源照射部が投光した光線の対象物からの反射光を入力して共焦点画像を測定する二次元画像素子とを具備する構成としてある。すなわち、必ずしもスリット円盤単体に限らず、そのスリット円盤を組み込んだ共焦点装置においても有効であることに相違はない。

【0017】また、スリットをスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加するように形成した共焦点装置に利用するスリット円盤を共焦点装置に組

み込み、同スリット円盤を回転させつつ、投射および入射を行い共焦点画像の測定を行う手法は必ずしも実体のある装置に限られる必要はなく、その方法としても機能することは容易に理解できる。

【0018】このため、請求項9にかかる発明は、所定のスリットが形成されたスリット円盤を回転させることにより、同スリットを通過した反射光を入力して共焦点画像を測定する共焦点装置の画像形成方法であって、画像を形成する対象物に投光する光線を供給する光源照射工程と、スリットを半径位置に対応して略比例して増加するように形成されたスリット円盤を所定の角度にて回転させ、半径位置にて略均等の反射光を入光させるスリット円盤回転工程と、入力した反射光に基づいて共焦点画像を測定する画像測定工程とを具備する構成としてある。すなわち、必ずしも実体のある共焦点装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、スリット円盤を周回させることなく、同スリット円盤の中心からの各半径位置において一定の露光量を取得可能であり、高速な共焦点画像の取り込みを可能する共焦点装置のスリット円盤を提供することができる。また、請求項2にかかる発明によれば、扇形内において各スリットを略平行に形成することによって簡易な方法によりスリット数をスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加させることが可能になる。さらに、請求項3にかかる発明によれば、略平行に形成した各スリットの間隔を所定の一定間隔にすることにより、スリット数の増加を半径位置により略比例させることが可能になる。

【0020】さらに、請求項4にかかる発明によれば、扇形内において各スリットを略平行に形成することによって簡易な方法によりスリット数をスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加させる他の手法を提示することが可能になる。さらに、請求項5にかかる発明によれば、扇形内において各スリットを略平行に形成することによって簡易な方法によりスリット数をスリット円盤の中心からの半径位置に対応して略比例して増加させるさらに他の手法を提示することができる。さらに、請求項6にかかる発明によれば、略平行に形成した各スリットの間隔を所定の一定間隔にすることにより、スリット数の増加を半径位置に対応して、より略比例させることが可能になる。

【0021】さらに、請求項7にかかる発明によれば、各扇形の大きさを略均等にすることができ、スリットの形成が簡易になる。さらに、請求項8にかかる発明によれば、スリット円盤を周回させることなく、同スリット円盤の中心からの各半径位置において一定の露光量を取得可能であり、高速な共焦点画像の取り込みを可能する共焦点装置を提供することができる。さらに、請求項9にかかる発明によれば、スリット円盤を周回させること

なく、同スリット円盤の中心からの各半径位置において一定の露光量を取得可能であり、高速な共焦点画像の取り込みを可能する共焦点装置の画像計測方法を提供することができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。図 1 は、本発明の一実施形態にかかる共焦点装置をブロック図により示している。同図において、本共焦点装置 1 0 は、非コヒーレント光源である白色光源 1 1 と、レンズ 1 2 と、開口部である複数のスリットが設けられたスリット円盤 1 3 と、ハーフミラー等のビームスプリッタ 1 4 と、対物レンズ 1 5 と、測定対象となる試料 1 6 と、受光器を構成する 2 次元の CCD カメラ 1 7 とから構成される。かかる構成において、白色光源 1 1 の出力光は、レンズ 1 2 に入射されるとともに、同レンズ 1 2 よりビームスプリッタ 1 4 を介してスリット円盤 1 3 に入射され、スリット円盤 1 3 の各スリットを通過した光は対物レンズ 1 5 を介して試料 1 6 に照射される。

【 0 0 2 3 】 また、試料 1 6 からの反射光は再び対物レンズ 1 5 を介してスリット円盤 1 3 に入射される。そして、スリット円盤 1 3 に入射された反射光は、ビームスプリッタ 1 4 に入射され、ビームスプリッタ 1 4 において反射された光は、CCD カメラ 1 7 に入射される。さらに、試料 1 6 は図示しない光軸走査部により、図 1 において「A」に示す光軸方向に走査される。また、スリット円盤 1 3 は駆動軸部 1 3 a に接続された駆動モータ 1 8 により、同駆動軸部 1 3 a を中心にして所定の回転速度にて周回される。

【 0 0 2 4 】 ここで、図 1 に示す共焦点装置 1 0 の本実施形態における動作を図 2 を用いて説明する。同図において、ビームスプリッタ 1 4 は、対物レンズ 1 5 の結像面に設置される。ここで、スリット円盤 1 3 の面上に形成されるスリットのスリット幅は、結像面におけるエアリ第 1 暗帯と同一の幅に形成される。また、各スリットの間隔は、このスリット幅の 1 0 倍程度に形成される。一方、試料 1 6 からの反射光を対物レンズ 1 5 により集光すると、実際には、きれいな 1 点には集まらないため、中央の明るい部分を取り巻いてその周囲に明暗のリングが交互に配列した微細な像になる。これらは「エアリの円盤」と呼ばれ、中央部に隣接する暗リングがエアリ第 1 暗帯となる。

【 0 0 2 5 】 また、白色光源 1 1 の出力光がスリット円盤 1 3 に入射されるとスリット円盤 1 3 の複数のスリット像が対物レンズ 1 5 によって試料 1 6 上に結像される。そして、試料 1 6 上のスリット像はさらに受光部である CCD カメラ 1 7 に入射される。本実施形態においては、受光部を 2 次元の CCD カメラ 1 7 にて構成している。この CCD カメラ 1 7 は、平面上に複数の画素が配列されているので、スリット幅に対応した画素列に着

目すれば上述したものと同様一定のスリット幅のスリットを通過した反射光のみを受光していることになる。例えば、所定のスリット像は、結像されている位置の画素列で測定される。従って、CCD カメラ 1 7 における x 方向の画素列の幅を a とすれば、上記画素列は a のスリット幅を通過した光のみを受光することになる。すなわち、試料 1 6 面の分解能のみならず光軸方向の分解能を有することになる。

【 0 0 2 6 】 この時、試料 1 6 の測定面が対物レンズ 1 2 の焦点面にあれば、スリット像ははっきりするが、図示しない光軸走査部により試料 1 6 を焦点面から上下させるとスリット像は、暗くなってしまう。このようなスリット像を CCD カメラ 1 7 の各画素で受光した場合には、図 2 に示すように光軸方向位置が焦点面に合致した場合に最大の光量が入射され、光軸方向位置が焦点面からずれるに従って入射される光量が減少して行く。すなわち、入射される光量が最大である光軸方向の位置が、その点の試料 1 6 の光軸方向の高さを示していることになる。従って、試料 1 6 を図示しない光軸走査部により図 1 における「A」に示す光軸方向に走査し、CCD カメラ 1 7 にて測定される光量が最大になる光軸方向位置を求めることにより、試料 1 6 の表面の光軸方向の変化、すなわち、段差を取得することができる。

【 0 0 2 7 】 例えば、図 3 に示すような段差「L」を有する 3 次元形状試料 1 6 a を本共焦点装置 1 0 で測定した場合には、図 3 (a) 中の破線に示すようなスリット像が結像される。ここで、図 3 (a) において試料上面 1 6 a 1 の面が焦点面であれば図 3 (a) における試料下面 1 6 a 2 の面のスリット像は暗くなる。逆に、図 3 (a) における試料下面 1 6 a 2 の面が焦点面であれば、図 3 (a) における試料上面 1 6 a 1 の面のスリット像がピンぼけになる。

【 0 0 2 8 】 従って、CCD カメラ 1 7 の各画素に最大の光量が入力される光軸方向位置をそれぞれ求めることにより、図 3 (b) に示すような試料 1 6 a についての断層画像、すなわち、共焦点画像を取得することが可能になる。この結果、スリット像を試料 1 6 面に結像させ受光器である CCD カメラ 1 7 の各画素に最大の光量が入力される光軸方向位置をそれぞれ求めることにより、非コヒーレント光を用い照射光の走査を行うことなく光軸方向に分解能が得られることになる。

【 0 0 2 9 】 なお、本実施形態にかかる共焦点装置 1 0 は、光軸方向に分解能を有するとともに光軸と垂直な方向には通常の光学顕微鏡と同様の分解能を有している。また、スリット円盤 1 3 のスリット幅を広くすると光量が増加する一方、空間分解能が低下し、スリット幅を狭くすると空間分解能は向上する光量は低下する。従って、スリット幅としてはエアリ第 1 暗帯幅に限定する必要はなく、エアリ第 1 暗帯の直径の $1/20$ 以上 5 倍以内程度の幅であれば、適宜変更可能である。

【0030】また、スリット円盤13の各スリット間の間隔を広くすると隣接するスリットからの干渉が低減するので光軸方向の分解能は向上するが、同時に測定できるスリット数が減少してしまう。一方、上記間隔を狭くするとスリット数は増加するがスリット相互の干渉が生じ正確な測定が困難になる。従って、各スリット間の間隔はエアリ第1暗帯の10倍に限定されるものではなく、エアリ第1暗帯の2倍程度以上であれば、適宜変更可能である。また、受光器を構成する機器は、CCDカメラ17に限定されるものではなく、撮像管であってもよいし、フィルム等であってもよい。また、接眼レンズを用いて直接目で観測するようにしてもよい。

【0031】さらに、スリット円盤13の各スリットは、シリンドリカルレンズアレイ19の集光点にそれぞれ設置するようにしてもよい。かかる場合、図4に示すような構成になり、白色光源11からの入射光を有効に利用することが可能になる。また、このシリンドリカルアレイ19のような集光手段としては、通常の凸レンズであってもよいし、フレネルレンズや屈折率分布型レンズであってもよい。さらに、透過型液晶パネルを開口部に用いる場合には、各液晶素子にマイクロレンズを付加してもよい。また、ビームスプリッタ14としてはハーフミラーを例示したが偏光ビームスプリッタを用いてもよく、適宜採用可能である。

【0032】このようにして試料16についての光軸方向の変化を示す共焦点画像を取得することが可能になる。一方、この共焦点画像を取得するに際しては、スリット円盤13を所定の回転速度にて周回させる。すなわち、スリット円盤13に形成されたスリットを通過し、ビームスプリッター14側に露光することによりCCDカメラ17にて共焦点画像を形成する。ここで、この露光量が均一でないと、画像に明暗が発生することになる。すなわち、スリット円盤13が回転すると、スリット円盤13の内側においては、明るくなり外側に向かうに従って暗くなる。これは、半径位置が内側と外側において線速度が異なることが原因となる。ここで、具体的な態様を図5に示し説明する。露光量をRとし、スリット円盤13の回転角速度を ω とすると、スリット円盤13の半径位置rにおける線速度vは、次の式にて算出される。

$$v = r * \omega$$

【0033】露光量Rは、単位長さ当たりの開スリットの通過時間tと、スリット円盤13の周回により繰り返し回数nの積に比例する。比例定数をkとすると、露光量Rは、以下の式により算出される。

$$R = k * t * n$$

従って、露光量Rは、線速度vに反比例する。すなわち、半径位置rが大きくなると、露光量Rは減少する。これにより、上述した画像の明暗が発生する。ここで、図5(a)に示すようにスリット円盤13を駆動軸部1

3aを除いて、外周方向に半径位置1～5に区分する。かかる場合、それぞれの半径位置1～5における線速度は、

$$v1 = r1 * \omega$$

$$v2 = r2 * \omega$$

$$v3 = r3 * \omega$$

$$v4 = r4 * \omega$$

$$v5 = r5 * \omega$$

となり、半径位置1<半径位置2<半径位置3<半径位置4<半径位置5であるから、露光量Rは、図5(b)に示すように半径位置1～5と大きくなるに従って、反比例して小さくなる。

【0034】従って、駆動モータ18によりスリット円盤13を回転駆動し、CCDカメラ17が略均等な露光量Rを取得するまで、スリット円盤13を周回させることになる。すなわち、周回させることにより半径位置2～5の露光量Rを半径位置1のレベルまで持ち上げる制御を実行する。このような周回制御により図5(c)に示すように半径位置1～5によらず、露光量Rを同一のレベルにし、共焦点画像に明暗が発生しないようする。このような現象は、図6に示すようにスリット円盤13の外周方向に向かってスリットの密度が小さくなるように形成した場合に発生することは上述した説明から分る。図6においては、墨色線でスリットを示し、白色部分がスリット間を示している。この図6に示すスリット円盤13の構成では、所定の露光量Rが各半径位置1～5において取得することができるまで、スリット円盤13を周回させる必要があるため、高速に試料16の共焦点画像を取得する場合に向かない。

【0035】そこで、本実施形態においては、スリット円盤13を図7および図8に示すスリットを有するように形成する。図において、スリット円盤13を扇形100～107に八等分する。そして、各扇形100～107の中心線100a～107aを含めて、同中心線100a～107aに平行に、所定の一定間隔でスリットを形成する。なお、図8においては、斜線部がスリット間を示し、白色部分がスリットを示している。従って、図8に示すように半径位置とスリット数の関係は、

$$\text{半径位置1} = \text{スリット数3}$$

$$\text{半径位置2} = \text{スリット数5}$$

$$\text{半径位置3} = \text{スリット数7}$$

$$\text{半径位置4} = \text{スリット数9}$$

$$\text{半径位置5} = \text{スリット数11}$$

となり、半径位置1～5とスリット数は略比例関係になることが分る。

【0036】このようにスリットが形成されたスリット円盤13における半径位置1～5のスリット数と露光量Rとの関係を図9に示す。図9(a)において、半径位置1～5でのスリット数は、半径位置が大きくなるに従って段階的に増加しており、上述したように、半径位置1

～5とスリット数とは略比例関係を有している。かかる場合、白色光源11を照射して試料16からの反射光をスリット円盤13を介してCCDカメラ14に露光すると、露光量Rは図9(b)に示すように、半径位置1～5において略均等となる。すなわち、図7および図8に示すように、スリット円盤13にスリットを形成するに際し、半径位置に対応して略比例させて増加させると、各半径位置1～5の露光量Rをスリット円盤13を周回させることなく略均等に取得することが可能になる。

【0037】次に、このように半径位置に対応して略比例して増加するスリットを形成したスリット円盤13の他の実施例を図10に示す。同図においては、スリット円盤13を同スリット円盤13の中心を頂点とする扇形200～207に区分し、各扇形200～207内にて図に向かって左側の一辺に平行かつ所定の一定間隔によりスリットを生成している。これにより半径位置に対応して略比例して増加するスリットを形成可能となる。そして、露光量Rを略均等に取得することが可能になる。

【0038】本実施形態においては、スリット円盤13に形成するスリットを図7および図8に示すように扇形100～107の中心線100a～107aに平行かつ所定の一定間隔に形成するとともに、図10に示すように扇形200～207の図に向かって左側の一辺に平行かつ所定の一定間隔に形成する構成を採用しているが、むしろ、スリットを半径位置に対応して略比例させることにより、スリット数を増加するように形成する手法は、図11に示すように、扇形100～107または200～207において、中心線100a～107aまたは所定の一定間隔に平行する構成に限定されるものではなく、任意の基準線300に平行になるように扇形内においてスリットを形成するようにしてもよい。

【0039】また、本実施形態においては、スリット円盤13が八等分されるように扇形を区分したが、むしろ、扇形の区分方法は、区分された扇形内で所定の手法によりスリットを形成できればよく、必ずしも等分に限定されるものではない。また、本実施形態においては、スリット円盤13を所定の扇形100～107または200～207に分割して所定の手法に基づいてスリットを形成する構成を採用しているが、スリット円盤13の半径位置に対応して略比例してスリット数を増加させる手法は、特に限定されるものではなく、図12に示すように、スリット円盤13を同心円状に所定の間隔により区分して、中心より外側の区分に向かってスリット数を略比例させて増加するようにしても構わない。

【0040】このように、共焦点装置10のスリット円盤13に形成するスリットをスリット円盤13の中心から放射線状に形成するのではなく、半径位置1～5が大きくなるのに対応して略比例して増加するように形成す

る。具体的には、図7および図8に示すように、スリット円盤13を扇形100～107にて等分し、その扇形100～107において、中心線100a～107aを含めつつ、同中心線100a～107aに平行であって、かつ、所定の一定間隔にてスリットを形成することにより、半径位置1～5で均等な露光量Rを取得することが可能になる。従って、駆動モータ18によりスリット円盤13を周回させる必要がなくなり、僅かにスリット円盤13を周回方向に移動させることによって、半径位置1～5にて略均等な露光量Rを取得でき、試料16の共焦点画像を高速に取り込むことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる共焦点装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】光軸方向における光量の変化を示した図である。

【図3】試料の具体例を示す図である。

【図4】シリンダカルレンズの構成を示す構成図である。

【図5】スリット円盤における半径位置と露光量の関係を示した図である。

【図6】放射線状にスリットを形成した場合のスリット円盤の外観図である。

【図7】本発明のかかるスリット円盤にスリットを形成する際のスリット円盤の区分方法の一例を示した図である。

【図8】区分された扇形内におけるスリットの形成方法を示した図である。

【図9】本発明にかかるスリット円盤を使用した場合の半径位置と露光量の関係を示した図である。

【図10】本発明のかかるスリット円盤にスリットを形成する他の一例を示した図である。

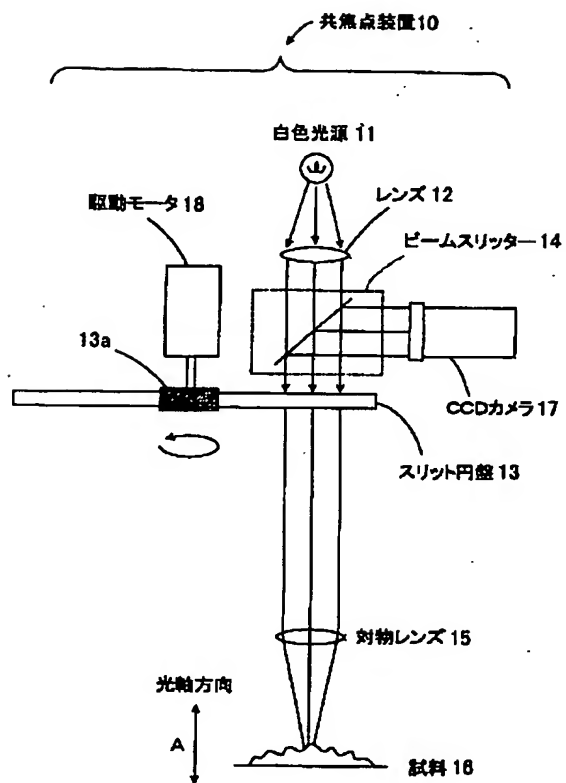
【図11】本発明のかかるスリット円盤にスリットを形成する他の一例を示した図である。

【図12】本発明のかかるスリット円盤にスリットを形成する他の一例を示した図である。

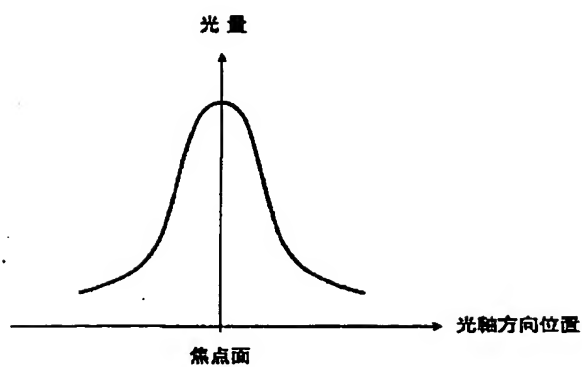
【符号の説明】

- 10…共焦点装置
- 11…白色光源
- 12…レンズ
- 13…スリット円盤
- 13a…駆動軸部
- 14…ビームスリッタ
- 15…対物レンズ
- 16…試料
- 17…CCDカメラ
- 18…駆動モータ

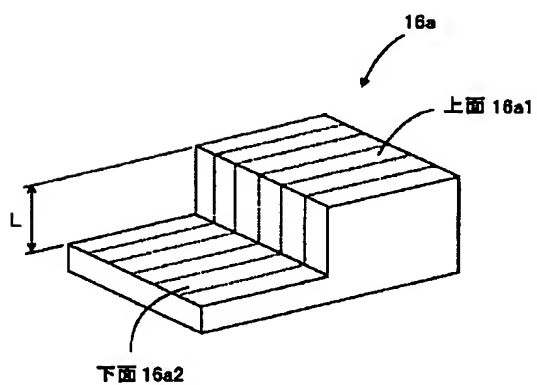
【図 1】



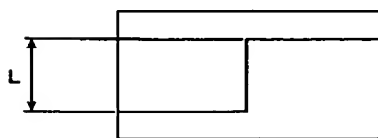
【図 2】



【図 3】

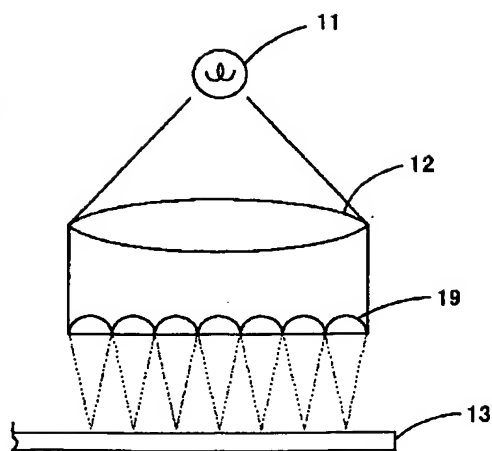


(a)

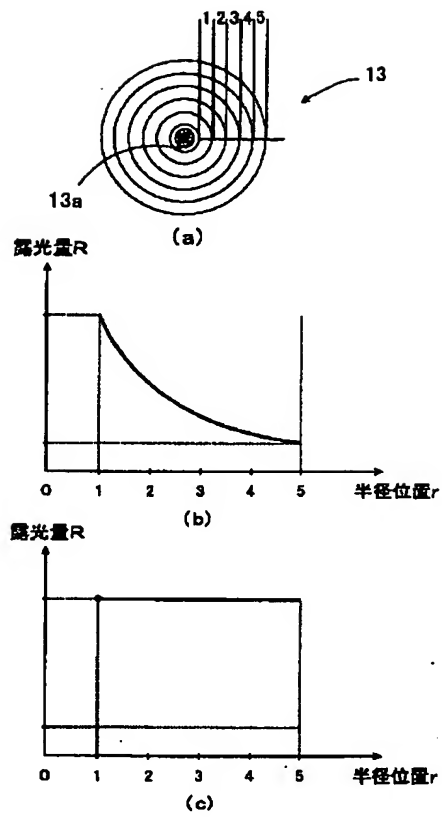


(b)

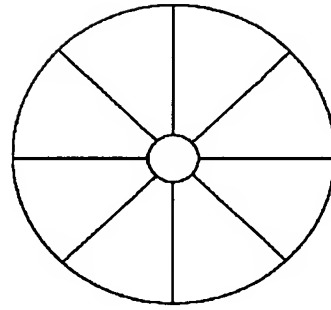
【図 4】



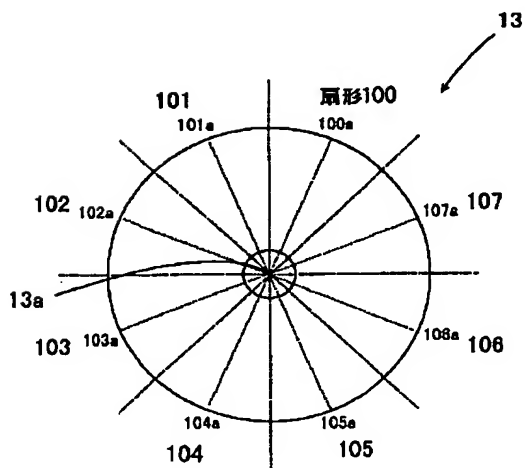
【図 5】



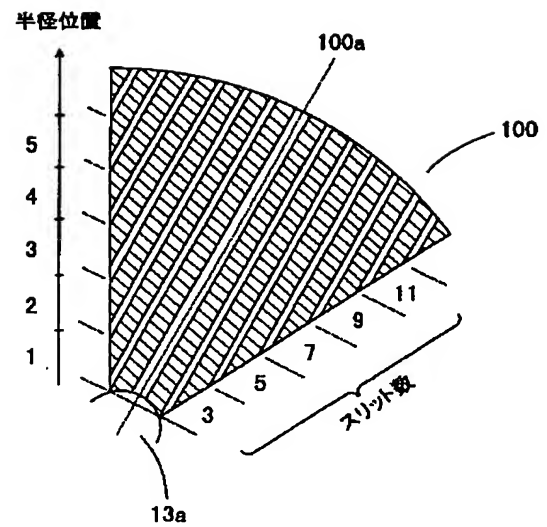
【図 6】



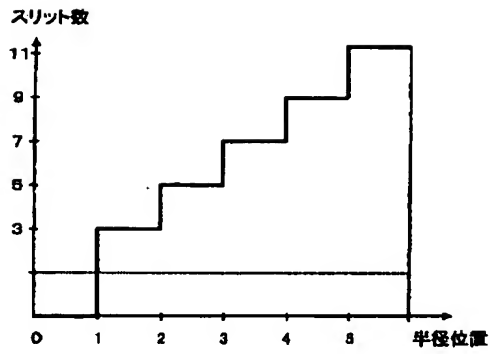
【図 7】



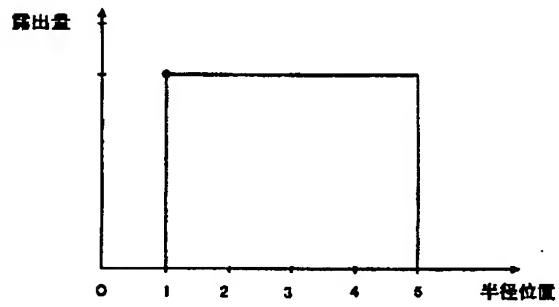
【図 8】



【図 9】

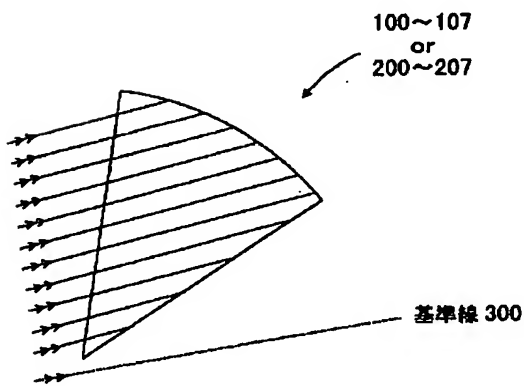


(a)

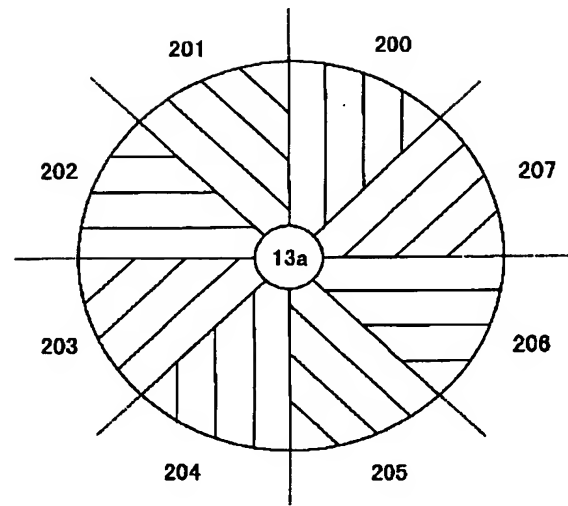


(b)

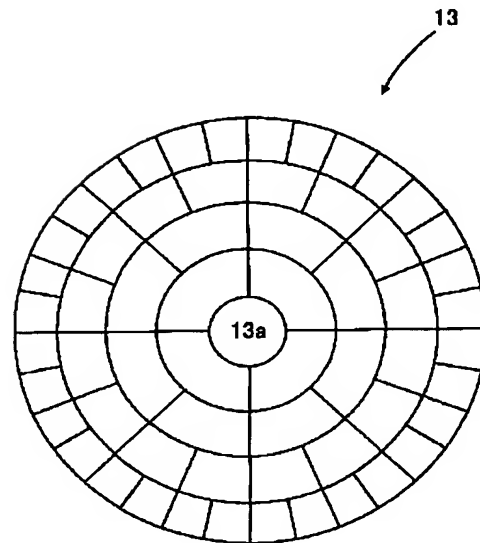
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA07 AA53 DD06
FF04 FF10 GG02 GG12 GG24
HH03 HH04 JJ03 JJ12 JJ13
JJ26 LL08 LL29 LL30 LL37
LL46 QQ29
2H052 AA08 AC04 AC15 AC16 AC29
AD35 AF14